

futuro
Suplemento de ciencias de Página/12
Año 19 / N° 984 24 . 01 . 2009

COSMOLOGIA: TEORIAS ACERCA DEL TIEMPO Y EL ESPACIO

La metafísica del gran rebote universal

Ultimamente se difundió la teoría de los bucles, que extiende la historia del Universo hasta más allá del Big Bang, al que propone sólo como el rebote de un Universo anterior que se contrajo tanto como el nuestro ahora se expande. Claro que, para sostener esa teoría, hay que suponer que el espacio y el tiempo son tan discontinuos como los campos que propone la mecánica cuántica, en contra de la percepción que Newton impuso –e impulsó– hace tres siglos y medio.

La metafísica...

POR MATIAS ALINOVI

A esta altura de la posteridad centenaria de las ideas de Einstein y de Schrödinger –o de Planck, o de Heisenberg, o de cualquiera de los precursores de la mecánica cuántica–, el desarrollo de una teoría unificada que supere, incorporando a ambas, la ignorancia mutua que las dos visiones del mundo parecen prodigarse –esa ignorancia que permite a cada una operar en su ámbito, en lo minúsculo y lo inmenso, en lo infinitesimalmente discreto y lo infinitamente continuo–, va convirtiéndose en una suerte de metafísica algebraica. Una disciplina afecta a las aseveraciones más conjeturales sobre el origen del tiempo y la materia nacidas en las necesidades operativas del cálculo.

Toda conjetura científica procede de la peripecia de los cálculos. Que el Universo haya estallado a partir de un punto, o que sea el rebote de incalculables historias anteriores, constituye una interpretación de desarrollos matemáticos complejos, tentativos. Una interpretación a veces inmoderada, apresuradamente metafísica.

Operativamente, esos desarrollos matemáticos están guiados por la necesidad de evitar las singularidades de las ecuaciones, aquellos puntos en que las variables se disparan hacia el infinito. La gran singularidad, la del principio. Si la Teoría General de la Relatividad establece que el Universo comenzó en una explosión, en el primer momento toda la materia habría estado concentrada en un punto de densidad infinita; densidad infinita y volumen cero. La teoría que predice esa explosión es incapaz, sin embargo, de operar matemáticamente con la singularidad; las ecuaciones divergen (es decir, se disparan para el infinito). Para entender qué sucedió en ese momento, en ese lugar, la física necesita una teoría cuántica de la gravedad, la tan mentada Teoría Unificada.

Uno de los candidatos a teoría unificada es la *gravedad cuántica de bucles*, un desarrollo teórico que comenzó hace algo más de veinte años con los trabajos precursores de Abhay Ashtekar, de Lee Smolin, de Carlo Rovelli. Ultimamente, fieles a una tradición, los teóricos de los bucles han adelantado conjeturas sorprendentes sobre el principio –o el "no principio"– de los tiempos. Conceptualmente más interesante es, quizás, el hecho de que propugnen la abolición del tiempo y del espacio; que se presenten como los epígonos de una concepción griega abandonada a partir de Newton.

BUCLES ERAN LOS DE ANTES

Carlo Rovelli suele recordar que los antiguos griegos sostenían dos nociones distintas del espacio: como entidad y como relación. Como entidad, no hay mucho que explicar. Es la imagen del mundo de los atomistas, de Demócrito, de Leucipo. La idea es que el espacio es una suerte de contenedor vacío en el que la materia está en movimiento. Un gran vacío, con átomos que se mueven: el mundo. Imagen familiar para nosotros.

Pensar el espacio como relación es considerar, en cambio, que la extensión es creada por los objetos. Pensar que si uno quitara los objetos que constituyen el mundo, entonces no quedaría nada. Nada quiere decir ni siquiera el espacio. De acuerdo con esa visión, el vacío no existe y el espacio es una propiedad de la materia. Esa noción antigua del espacio como relación es también la de Aristóteles y la de Descartes.

Con el tiempo, sin embargo, esa idea del espacio, habitual en la Grecia antigua, cambió, decayó, y el cambio constituyó una revolución conceptual. Newton recuperó para la ciencia de su época, y para la nuestra, la concepción atomista del espacio. Introdujo la idea de un espacio de referencia que perdura más allá de los objetos.

A partir de resultados anteriores –de Copérnico, de Kepler, de Galileo–, Newton desarrolló un sistema explicativo del mundo en el que los objetos se movían bajo la acción de fuerzas, que determinaban su aceleración, es decir, el cambio de magnitud o de dirección de su velocidad. Ahora bien, ¿cambio con respecto a qué? Con respecto a un espacio rígido, sólido, uniforme, indiferente a la existencia de la materia; el espacio que los atomistas ya postulaban. Tres siglos de newtonianismo nos tienen perfectamente acostumbrados a esas ideas.

DE LA DISCRECION DEL CAMPO

Pero en el siglo XIX, Michael Faraday, un físico británico, se aplicó al estudio de las fuerzas eléctricas y al hacerlo introdujo un nuevo cambio conceptual en el espacio, que pudo parecer intrascendente, pero que rápidamente demostró un poder reduccionista avasallante. Las cargas eléctricas parecían atraerse, o repelerse, ejerciendo una acción a distancia. Faraday prefirió pensar que la responsable de aquellas fuerzas era una entidad misteriosa que lo ocupaba todo. La imaginó hecha de infinitas líneas (entre dos líneas siempre hay otra). James Maxwell, un físico escocés, reemplazó las líneas de Faraday dibujando en cada punto un vector tangente y escribió ecuaciones para aquella cantidad artificiosa, a la que llamó campo eléctrico, que la consolidaron como entidad ubicua.

Lícitamente, uno podría pensar que el trámite era arbitrario, que procedía de la fantasía de Faraday y de la fiebre tangencial de Maxwell. Pero ocurrió que aquellas ecuaciones, que describían la dinámica del campo –el nuevo objeto no era estático, se movía, cambiaba en el tiempo– predecían unas ondulaciones. Maxwell identificó aquellas ondulaciones con la luz y del modo más inesperado obtuvo una teoría completa sobre su misterio: la luz era una ondulación del campo eléctrico. Esa identificación inaudita condujo al desarrollo de una tecnología ingente, que confirmó del modo más definitivo la pertinencia del campo: apareció Hertz, y la radio, y todo el variado dominio de las radiaciones. Pero entonces, ¿existía un campo? ¿Una entidad oscilante que lo ocupaba todo? La imagen del mundo cambiaba. No sólo había partículas moviéndose en un espacio rígido; también había campos ondulatorios.

LA IDEA ES QUE EL ESPACIO ES UNA SUERTE DE CONTENEDOR VACIO EN EL QUE LA MATERIA ESTA EN MOVIMIENTO.

Unas décadas más tarde, cuando Einstein se prepara para esbozar sus leyes sobre la gravitación, tiene a la vista el ejemplo de Maxwell. Entiende, acertadamente, que debe existir, también, un campo gravitatorio, responsable de la atracción entre los objetos masivos, el equivalente del campo eléctrico para las cargas. Einstein escribe ecuaciones para ese campo y al hacerlo alcanza un descubrimiento intuitivo, equivalente al de Maxwell: entiende que el campo gravitatorio efectivamente existe, pero que no debe agregarse a la realidad, como antes el eléctrico, sino que debe identificarse con aquel objeto conceptual introducido por Newton: el espacio.

La estructura básica respecto de la cual se definía la aceleración, eso era el campo gravitatorio. Lo que podía decirse de otro modo: no había espacio, sólo había campo. La estructura rígida de Newton, y de los atomistas, no existía, era artificiosa. Y también existían ondas gravitatorias, las ondulaciones del espacio.

Pero la Relatividad General no fue la única revolución conceptual del siglo XX; existió otra, la cuántica. Si Einstein revolucionó el espacio (y el tiempo), la cuántica revolucionó la materia. Enseñó que no existe una diferencia neta entre partículas, por un lado, y campos, por el otro. Más bien existe una dualidad: las partículas a veces se manifiestan como partículas, y a veces como ondas. Y los campos no son continuos, sino discretos. En definitiva, el poder reduccionista del concepto introducido por Faraday permite pensar la realidad como una superposición de campos discretos.

LA UNIFICACION

Después de cien años, ni la Relatividad General ni la mecánica cuántica están ya en la frontera del conocimiento: ambas teorías son confiables porque funcionan, es decir, existe una tecnología que indirectamente las valida, las avala. Y sin embargo, cada una está pensada de manera independiente, como si la otra no existiera: la relatividad postula campos continuos, la cuántica campos discretos, con un tiempo clásico.

¿Cómo podrían unificarse ambas teorías? Los teóricos de los bucles creen ver la respuesta hipotética en la lección de la historia: si la Relatividad General establece que el espacio es, en realidad, un campo físico, y la mecánica cuántica establece que todo campo físico presenta una estructura discreta, una afirmación junto a la otra sugiere que la teoría que las una deberá postular un espacio –un campo gravitatorio–, con una estructura discreta. Técnicamente, que hay que cuantizar –discretizar– el espacio.

La cosa no es fácil, y el ejercicio ha llevado décadas. Pero a través de la tecnología físicomatemática propia de la mecánica cuántica, los teóricos de los bucles afirman ahora que han develado la estructura del espacio a pequeña escala. Y que de acuerdo con sus ecuaciones, el espacio no está constituido por partículas, como podría esperarse, sino por unos objetos unidimensionales, por líneas, que no serían otra cosa que el equivalente espacial, gravitatorio, de las líneas de Faraday. Salvo que son discretas. Es decir, si las líneas de Faraday eran infinitas porque expresaban la supuesta continuidad del campo eléctrico, las líneas cuánticas del espacio son discretas. Cada línea tiene una dimensión física, que es del orden de la escala de Planck, es decir, del orden de los 10-35 metros.

Carlo Rovelli lo explica de este modo: "El espacio es muy similar a una tela, tejida de líneas, de hilos. La imagen del espacio que surge de las ecuaciones es la de un espacio tejido por estructuras unidimensionales, que, de no existir masas alrededor, se cierran sobre sí mismas; es decir, que forman bucles. De ahí la expresión *gravedad cuántica de bucles*. Bucles, líneas cerradas de Faraday, físicas, verdaderas. El espacio está formado por un número finito de líneas. La tela puede ser una imagen bidimensional del espacio. Para hacerse una imagen tridimensional, hay que pensar en una red de anillos".

LAS CONJETURAS

En octubre del 2008, Martin Bojowald, que se presenta como el investigador preponderante en el ámbito de las implicaciones cosmológicas de la gravedad cuántica de bucles, publicó en *Scientific American* un artículo de divulgación: "¿Big Bang or Big Bounce (rebote)?: New Theory on the Universe's Birth". Allí Bojowald explica que, según la división del espacio en átomos –en átomos de espacio– que propone la gravedad cuántica, el espacio posee una capacidad finita para albergar materia y energía –el volumen del espacio no puede ser cero, sino que tiene, a lo sumo, la dimensión finita de los bucles–. Es decir, los bucles evitan los infinitos de las ecuaciones por el expediente simple de impedir el espacio cero.

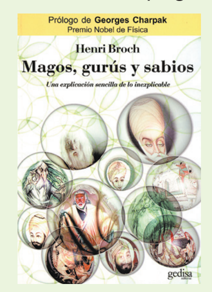
Ahora bien, si el Big Bang ya no constituye una singularidad, si ahora la densidad no diverge en ese punto, el tiempo, conjetura Bojowald, debe haberse extendido más allá de ese momento. "Debe haber existido –dice– un Universo anterior a la explosión, que sufrió una implosión catastrófica, que alcanzó un punto de máxima densidad, y que luego comenzó a expandirse." Una densidad más bien grande: de acuerdo con el modelo de los bucles, el equivalente de la masa de un trillón de soles en una región del tamaño de un protón. Alcanzada esa densidad, la fuerza de gravedad se habría vuelto repulsiva, dando lugar a la expansión del Universo, que la inercia ha hecho prosperar hasta nuestros días. "En conclusión –dice Bojowald–, una gran implosión condujo a un gran rebote, y de allí a una gran explosión."

En un artículo aún más reciente, de la revista *New Scientist*, Abhay Ashtekar relata el momento en el que, observando una simulación matemática que corría hacia atrás en el tiempo, vio cómo esa simulación del cosmos, que él mismo había elaborado, rebotaba y comenzaba a expandirse de nuevo.

En conclusión, según los teóricos del bucle, la cuantización del espacio predice que el tiempo se extiende más allá del Big Bang, más allá de la explosión original prevista por la Relatividad General, y que nuestro Universo proviene del colapso de otro Universo. Que existió, antes de éste, un Universo que sufrió una implosión catastrófica, que alcanzó un punto de máxima densidad y que a partir de allí comenzó a expandirse nuestra realidad. La metafísica del rebote universal.

LIBROS Y PUBLICACIONES

MAGOS, GURUS Y SABIOS
Una explicación sencilla de lo inexplicable
Henri Broch
Con un prólogo de Georges Charpak, Premio Nobel de Física
Gedisa, 187 páginas



Magos, astrólogos, curanderos, zahoríes, dobladores de cucharas telekinesistas, suelen plagar los programas de televisión y causar mucho impacto en la credibilidad popular, mediante trucos diversos, a veces descaradamente preparados, a veces no conscientes (son los casos en los que quien ejerce la superchería cree realmente que está haciendo, adivinando, o descubriendo lo que dice). Es notable que una época altamente tecnificada, construida en base a sofisticados aparatos y que es capaz de enviar sondas al espacio que pasan rozando Plutón, alguien pueda creer en pases mágicos o en capacidades extraordinarias que pueden encontrar agua debajo de la tierra o mover objetos a distancia.

Pero así es, y el libro que comentamos se propone, justamente desmontar el mecanismo de estas supercherías, mediante experimentos controlados (es decir, ejerciendo lo que en metodología y epistemología se llama "el principio de caridad" que es suponer por un momento que la postura opuesta es razonable). Experimentos controlados, a los que, claro está, jamás suelen someterse los brujos de toda laya, y que, cuando los aceptan, dan resultados obviamente nulos.

El libro es interesante, aunque muchas veces el relato de la metodología experimental resulte un poco fatigosa, pero ofrece una buena panoplia de estos charlatanes modernos y los desmitifica y destruye sin remedio.

LEONARDO MOLEDO

AGENDA CIENTIFICA

"PROHIBIDO NO TOCAR"

Nada más complicado para los padres que aguzar el ingenio y pensar cómo entretener a los chicos en el verano. El Museo Participativo de Ciencias, ubicado en el Centro Cultural Recoleta, se presenta como una interesante opción para que las horas de ocio se transformen en momentos de aprendizaje y diversión. Destinado a curiosos de 4 a 100 años, la misión del museo, que acaba de festejar sus 20 años de existencia con la muestra "Prohibido No Tocar", se expresa en la siguiente frase: "Creemos que la ciencia nos conduce a la aventura de desentrañar los misterios de la naturaleza y de lograr las mejores aplicaciones para nuestra sociedad".

En cada una de sus salas, el Museo Participativo de Ciencias apela a la interacción entre el público y los espacios destinados a "jugar aprendiendo". En el primer piso, el ocasional visitante puede encontrar la muestra "Percepción visual", donde ilusiones ópticas relacionadas con el color y el movimiento e imágenes contradictorias hacen las delicias de grandes y chicos. En el segundo piso, las "Fuerzas de la naturaleza" dicen presente con "fenómenos naturales que afectan al clima y nuestra vida". "Prohibido No Tocar" se puede visitar todos los días, entre las 15.30 y las 19.30. Más información en www.mpc.org.ar o llamando al 4806-3456/4806-3454. E-mail: info@mpc.org.ar. La entrada cuesta 12 pesos.

futuro@pagina12.com.ar

RESABIOS DE GUERRA

Daños colaterales

POR ESTEBAN MAGNANI Y LUIS MAGNANI

Sumado a los "pecados de guerra" cometidos durante la ocupación de Irak, bajo la sospecha de que ese país contaba con armas de destrucción masiva, después de 20 años de finalizado el conflicto bélico, el Síndrome de la Guerra del Golfo sigue marcando a fuego a los veteranos norteamericanos.

Después de la Guerra del Golfo *(ver recuadro)*, los veteranos inundaron los consultorios con quejas variadas. Protestaban por fatiga crónica, erupciones cutáneas, migrañas, dolores musculares, de problemas cuyo origen debían ser desórdenes neurológicos, como por ejemplo "se me duerme el brazo" o pérdidas de memoria, alteraciones del sueño, dificultades respiratorias, gastrointestinales, menstruales y cardiovasculares. Sin embargo, y pese a la variedad, los médicos en general atribuyeron las quejas a causas psicológicas y al estrés.

Ahora, y después de haber sido negado como si fuera una enfermedad vergonzante, el Síndrome de la Guerra del Golfo (SGG) ha hecho su entrada triunfal en el sendero de la aceptación que el gobierno de los EE.UU. le debía. Si se recuerda que la Guerra del Golfo ocurrió hace casi dos décadas, se tendrá una idea de lo que le ha costado a ese gobierno reconocer su existencia.

Como era de esperar, la causa es el dinero, aunque esto no deja de ser curioso: reconocer la existencia del SGG llevará a autorizar importantes sumas para el tratamiento de los sufridos veteranos, mientras que mantener la creencia de que todo se debe a un estrés post-traumático, la excusa más común entre las que se alegaron, no conduce a tal erogación. Por lo visto, según un punto de vista bastante peculiar, una enfermedad orgánica es más "real" –y merece ser tratada– que una psicológica.

El informe que ha venido a cambiar el *status quo* sobre el tema proviene del Comité Consultivo de Investigación de las Enfermedades de los Veteranos de la Guerra del Golfo. La creación de este comité no fue sencilla. El Congreso la decidió en 1998 porque los veteranos no estaban recibiendo los cuidados que merecían y recién en el 2002 quedó constituido por 15 miembros. De ellos, dos tercios son científicos y el resto veteranos.

EL INFORME PELICANO

Las conclusiones del informe, aparecido en noviembre del 2008, no dejan lugar a dudas. El mentado SGG es real y afecta a alrededor de una cuarta parte de los 700 mil estadounidenses que intervinieron en el conflicto bélico.

La causa principal se debió al contacto de los soldados con dos sustancias químicas: el bromuro de piridostigmina y ciertos pesticidas usados sin mayor control para defenderse de jejenes y mosquitos. Tan belicosos eran los insectos, que la desesperación indujo a rociar también carpas –donde los combatientes se alimentaban– y uniformes. Por su parte, el bromuro se daba a las tropas para contrarrestar los efectos del gas nervioso en caso de que se usara en un ataque.

Es que la convicción de que los iraquíes desatarían una guerra química llevó, según el informe, a una precaución que resultó tan dañina como el presunto elemento a combatir. Sin embargo, lo que a primera vista parecería exagerado, se justifica cuando se conoce que las alarmas detectoras de ese gas sonaron con frecuencia en las acciones de esa guerra. Claro que los gobiernos dijeron que fueron falsas alarmas.

Otra causa apuntada por el comité, aunque con menos probabilidades, proviene del bombardeo y destrucción de un depósito de armas cerca de Khamisiyah. La nube de gas sarín *(ver recuadro)* llevada por el viento habría afectado a unos 100 mil soldados.

A la luz de estos datos, muchos de los que se negaban a caer en la necedad total pudieron hablar. Lord David Craig, mariscal de la Real Fuerza Aérea Británica, dijo que aceptar la gravedad que tenía el SGG para los veteranos era una obligación, una deuda contraída con mucha anterioridad. Con lógica pura, afirmó que eran tan víctimas de la guerra como aquellos alcanzados por una bala o una esquirla.

AFP


LA NUBE DE GAS SARIN LLEVADA POR EL VIENTO HABRIA AFECTADO A UNOS 100 MIL SOLDADOS.

Por su parte, James Binns, veterano de Vietnam y presidente del comité, afirmó que lo trágico de la situación recaía en que, por las idas y vueltas del asunto, no existe hoy un tratamiento eficaz; e instó al Congreso a asignar 60 millones de dólares anuales para la investigación con el fin de encontrar la cura. Sin embargo, no cargó las tintas sobre los errores pasados; más bien, afirmó que el tema debía ser considerado como un proyecto primordial para el nuevo gobierno.

LA CARACTERIZACION DEL SINDROME

Es al epidemiólogo Robert Haley, de la Universidad de Texas, que se debe gran parte del conocimiento del SGG. Ya por el 2003, al advertir que los tests diseñados por las autoridades buscaban demostrar –porque era lo que esperaban– la presencia de un estrés post-traumático, y no el hallazgo de un diagnóstico "abierto", encaró el problema con su propia metodología. "Lo que hay que hacer es lo que se hace frente a una nueva enfermedad: definirla. Si se le pregunta a la gente si tiene dolores o achaques, dirá que sí. Pero si se le pregunta si tiene dolores en las articulaciones que le impiden dormir y duran meses, la gente sana dirá que no; mientras que los veteranos del Golfo contestarán que sí", dijo. Su manera de encarar las cosas tuvo éxito y sus hallazgos fueron luego confirmados por otros laboratorios, como el de Han Kang del Departamento de Asuntos de Veteranos, en Washington, que comparó los síntomas de 10 mil veteranos del Golfo contra 9 mil veteranos que no eran de esa guerra.

Robert Haley logró definir tres grupos de síntomas entre los que afectan a los veteranos del Golfo. El Síndrome 1 abarca los que afectan el sueño y las alteraciones de memoria. El Síndrome 3 contempla los dolores musculares y articulares. El 2 es el más serio y abarca los trastornos cerebrales, muchos manifestados en forma de confusiones y mareos.

Fueron necesarias casi dos décadas. Probablemente poco quede para recuperar a estos veteranos, a esta altura en la que el Estado norteamericano muestra tan poca piedad por propios y ajenos por igual.

LA GUERRA Y SUS CONSECUENCIAS

POR E. M. Y L. M.

La Guerra del Golfo Pérsico, o Guerra del Golfo, ocurrió entre 1990 y 1991. En ella, Irak combatió contra una coalición internacional compuesta por 34 naciones y liderada por los EE.UU. Surgió como respuesta a la invasión y anexión del Emirato de Kuwait por parte de Irak. También se la conoce como Operación Tormenta del Desierto, en Estados Unidos, y como Um M'aarak, "La Madre de todas las batallas", en Irak.

El gas sarín es un arma química de guerra creada por el hombre y clasificada como agente nervioso. Las personas que han entrado en contacto con él pueden experimentar síntomas (que no causa sólo el sarín) diversos como flujo nasal, dolor en los ojos, sudor excesivo, presión en el pecho, diarrea, mareo y dolor de cabeza, entre otros. Si el contacto fue prolongado pueden ocurrir convulsiones, parálisis y una falla respiratoria que lleva a la muerte.